

НАНОЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В УДЕЛЬНОМ КОНТАКТНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ДИСЛОКАЦИЙ

А.В. Саченко¹, А.Е. Беляев¹, А.В. Бобыль², Н.С. Болтовец³, А.О. Виноградов¹,
Р.В. Конакова¹, Я.Я. Кудрик¹, С.В. Новицкий¹, В.Н. Шеремет¹

¹Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарьева, просп. Науки, 41,
Киев 03028, Украина, e-mail: konakova@isp.kiev.ua

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, ул. Политехническая, 26,
Санкт-Петербург 194021, Россия

³Государственное предприятие НИИ «Орион», ул. Э. Потье, 8а,
Киев 03057, Украина

При достаточно сильном легировании полупроводникового материала толщина слоя Шоттки уменьшается до значения порядка 10 нанометров, а в токопрохождении носителей заряда через область пространственного заряда становятся существенными туннельные эффекты. Благодаря их реализации значительно понижается эффективная высота барьера в контакте металл- полупроводник, а сами контакты становятся омическими [1].

В настоящем докладе обращается внимание на другую возможность реализации омических контактов в структурах с достаточно большой плотностью дислокаций. Речь идет о случае, когда через торчковые (перпендикулярные границе раздела) дислокации прорастают металлические шунты, ответственные за токопрохождение в контакте. Как установлено в [2], диаметр шунтов попадает в диапазон нанометровых или атомных размеров. Благодаря этому, как показано в [3], в области полупроводника, граничащей с торцом металлического шунта, возникает очень большая напряженность электрического поля. Это приводит к реализации сильного понижения контактного потенциала в области торца из-за действия сил зеркального изображения. Указанное уменьшение может быть настолько велико, что начальный истощающий изгиб зон в области торца сменяется на обогащающий.

Ввиду того, что в промежутках между дислокациями формируется истощающий изгиб зон, а его высота велика из-за большой концентрации поверхностных состояний в контакте металл- полупроводник, то при достаточно большой плотности дислокаций, сопряженных с металлическими шунтами, протекающий через дислокации ток становится значительно больше, чем ток, протекающий между дислокациями. При этом контакт становится омическим. Следующей особенностью токопрохождения через обогащенные области пространственного заряда в полупроводнике является то, что протекающий ток зачастую ограничивается диффузионным подводом, т.е. реализуется диффузионная теория токопрохождения. В этом случае протекающий ток прямо пропорционален подвижности носителей заряда μ_n , а $\rho_c \sim 1/\mu_n$. Поскольку температурная зависимость μ_n , как правило, имеет максимум и ее величина уменьшается как в области низких, так и высоких температур, то величина ρ_c будет, в частности, возрастать в области достаточно высоких температур.

Подобные температурные зависимости $\rho_c(T)$ наблюдались в работах [2, 3] для омических контактов с высокой плотностью дислокаций, возникающих вследствие несоответствия параметров решеток и коэффициентов термического расширения контактирующих материалов, в частности, для контактов к GaP, GaN, InP, Si.

Нами развита теория, описывающая температурные зависимости $\rho_c(T)$ с учетом представлений, изложенных выше. Как правило, экспериментальные зависимости $\rho_c(T)$ количественно согласуются с расчетными.

Литература

1. S.M. Sze, Kwok K.Ng Physics of Semiconductor Devices 3rd ed. (Willey, 2007)
2. Т.В. Бланк, Ю.А. Гольдберг, ФТП, 41(11), 1281 (2007)
3. A.V. Sachenko et al., JAP, 111, 083701 (2012)

*Отделение химии и наук о материалах РАН
Российский фонд фундаментальных исследований
Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН
Научный совет РАН по керамическим материалам
Санкт-Петербургский научный центр РАН
Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН
Санкт-Петербургский Академический университет — научно-
образовательный центр нанотехнологий РАН (Академический университет)
Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН*

III Международная научная конференция
«НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ - 2012:
РОССИЯ - УКРАИНА – БЕЛАРУСЬ»
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург
19 – 22 ноября 2012 год

УДК 620.1+001.891.5(043.2)

ББК 24.5

Н25

Наноструктурные материалы - 2012: Россия - Украина – Беларусь: Тезисы докладов III Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 19–22 ноября 2012 г.–СПб.: ООО «Издательство “ЛЕМА”», 2012.–536 с.

В сборнике представлены тезисы докладов III Международной научной конференции «Наноструктурные материалы – 2012: Россия – Украина – Беларусь (Нано – 2012)», проведенной 19 – 22 ноября 2012 г. в Санкт-Петербурге. Приведены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований строения и свойств наноразмерных систем, размерных эффектов и самоорганизации наноструктур, разработки методов получения металлов, сплавов, керамики, композитов и полупроводниковых систем в наноструктурированном состоянии, углеродных наноматериалов, пленок, покрытий и поверхностных наносистем, бифункциональных наноматериалов и систем медико-биологического назначения, супрамолекулярных структур, аэрогелей и коллоидных систем, технологий изготовления материалов на их основе, а также методов диагностики, аттестации и моделирования наноразмерных систем.

Для специалистов в области наноструктурного материаловедения, наноэлектрохимии, микро- и наноэлектроники, наноэлектромеханики и микротехники; может быть полезен преподавателям, аспирантам и студентам по специальности «Наноматериалы и нанотехнологии».

Издание выпущено при финансовой поддержке РФФИ грант № 12-03-06070-г.

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного Институтом химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН на основе MS Word файлов, представленных авторами докладов. Техническое редактирование касалось только ошибок, обусловленных дефектами подготовки исходных файлов.

© Институт химии силикатов
им. И.В. Гребенщикова РАН, 2012

ISBN 978-5-98709-548-5